

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Zat warna azo-reaktif adalah pewarna sintetis yang biasa digunakan dalam industri tekstil. Pewarna azo-reaktif mengandung setidaknya satu ikatan rangkap $N=N$ dan kelompok reaktif lainnya (Sastrawidana dkk., 2009). Zat warna azo-reaktif ada yang bersifat kationik dan anionik, contohnya *methylene blue* dan *congo red*. *Methylene blue* dikategorikan dalam zat warna kationik yang bersifat basa, sedangkan *congo red* dikategorikan dalam zat warna anionik. Kelebihan kedua zat warna tersebut adalah kemampuannya untuk melekat dengan aman pada kain, yang memberikan warna yang baik, dan tidak mudah pudar (Sastrawidana dkk., 2009). Namun, zat warna tersebut tidak dapat terurai secara hayati, mutagenik, dan karsinogenisitas disebabkan oleh adanya senyawa turunan, yang merupakan gugus benzena yang sulit didegradasi. Oleh karena itu, sebelum melepaskan limbah zat warna ke dalam perairan, memerlukan metode untuk mengurangi konsentrasinya. Beberapa metode yang digunakan antara lain koagulasi, pemisahan, elektrokimia, ekstraksi pelarut, dan adsorpsi (El-Araby dkk., 2017).

Adsorpsi adalah teknik pemisahan yang sangat efektif dan sekarang dianggap lebih unggul daripada teknik lain untuk pengolahan air dalam hal biaya, kesederhanaan desain, kemudahan operasi, dan tidak sensitif terhadap zat beracun. Adsorpsi adalah proses di mana adsorbat terakumulasi pada permukaan adsorben yang disebabkan oleh hasil tarik-menarik atau interaksi kimia antar molekul atau hasil dari medan gaya pada permukaan padatan (adsorben) yang menarik molekul gas / uap atau cair.

Salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah temperatur. Pengaruh dari perubahan temperatur pada proses adsorpsi berupa semakin tinggi temperatur, semakin sedikit adsorbat yang terserap. Penurunan efisiensi ini disebabkan oleh fakta bahwa semakin tinggi temperatur, semakin besar energi kinetik rata-rata, semakin cepat partikel dalam larutan bergerak, dan adsorbat yang awalnya teradsorpsi oleh adsorben dilepaskan kembali dari pori-pori adsorben (Aisyahlila dkk., 2018). Variasi temperatur dapat mengetahui parameter termodinamika yang digunakan dalam proses adsorpsi, yaitu energi bebas Gibbs (ΔG°), entalpi standar (ΔH°), dan entropi standar (ΔS°). Parameter termodinamika membantu menentukan kespontanan suatu proses adsorpsi, reaksi yang dihasilkan melepaskan atau menyerap panas, serta kapasitas adsorpsi (Azmier dkk., 2014).

Proses adsorpsi memerlukan suatu adsorben yang berpotensi digunakan untuk menyerap zat warna, salah satunya adalah silika-alumina mesopori. Silika-alumina mesopori tersebut dapat disintesis dari lumpur lapindo karena memiliki porositas dan daya serap yang tinggi. Terlihat pada penelitian Juniawan dkk., (2013) yang menunjukkan bahwa kandungan lumpur memiliki porositas 40% atau lebih. Lumpur lapindo juga mengandung banyak alumina (11%) dan silika (29,8%) yang dapat dipergunakan untuk penyerapan adsorben.

Penelitian terdahulu terkait sintesis silika-alumina mesopori dilakukan oleh beberapa peneliti, salah satunya Nuryanto dkk., (2020) yaitu melakukan sintesis silika-alumina mesopori dari lumpur lapindo menggunakan metode sol-gel dengan variasi jumlah gelatin. Berdasarkan penelitian terdahulu, mensintesis silika-alumina mesopori memerlukan *template*. *Template* ini digunakan untuk

membentuk struktur kerangka dalam proses sintesis silika-alumina mesopori. Oleh karena itu, pada penelitian ini menggunakan campuran CTAB dan gelatin sebagai *template* untuk sintesis silika-alumina mesopori. Penggunaan CTAB dikarenakan mengandung surfaktan yang dapat menentukan struktur partikel, baik dalam bentuk segi enam, kubus atau struktur berlapis, sedangkan gelatin digunakan karena mengandung gugus fungsi N-H dan cenderung berinteraksi kuat dengan gugus silanol (Si-OH) pada spesies silikat di beberapa ikatan hidrogen. Selain itu, gelatin memiliki biokompatibilitas yang baik, biodegradabilitas surfaktan, dan non-toksisitas (Trisunaryanti dkk., 2017).

Silika-alumina mesopori dapat disintesis dengan berbagai metode, seperti, *solid-state*, sol-gel, hidrotermal/solvothermal, *molten salt* dan sintesis *combustion* (Ningsih, 2016). Metode sintesis silika-alumina mesopori yang kerap digunakan dalam beberapa jurnal penelitian, seperti yang terdapat pada penelitian Nuryanto dkk., (2020) adalah metode sol-gel. Namun, metode sol-gel mengalami penyusutan massal yang signifikan selama proses pengeringan, dan keberadaan residu hidroksil dan residu karbon dalam senyawa yang disintesis membuat senyawa tidak murni. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan metode solvothermal untuk sintesis silika-alumina mesopori.

Metode solvothermal merupakan metode sintesis yang dimodifikasi dari metode hidrotermal dengan menggunakan percepatan reaksi heterogen yang kuat dan peningkatan kelarutan sebagian besar senyawa organik dalam pelarut di bawah tekanan. Keuntungan dilakukannya sintesis dengan metode solvothermal dikarenakan metode ini menggunakan pelarut non-polar dan suhu yang dibutuhkan

untuk sintesis jauh lebih rendah daripada metode hidrotermal dengan air sebagai pelarut. Sintesis material dengan metode solvothermal merupakan suatu proses pembentukan kristal langsung dari larutan. Beberapa keunggulan hasil solvothermal adalah bubuk terbentuk langsung dari larutan, ukuran dan bentuk partikel dapat dikontrol dengan bahan awal dan kondisi solvothermal yang berbeda (Ningsih, 2016), dan kristal yang dihasilkan memiliki distribusi ukuran partikel yang sempit, morfologi terkontrol, dan kemurnian tinggi (Rao & Biswas, 2014).

Berdasarkan uraian di atas, dilakukan penelitian mengenai adsorpsi zat warna kationik (*methylene blue*) dan zat warna anionik (*congo red*) oleh adsorben silika-alumina mesopori hasil sintesis dari lumpur lapindo menggunakan metode solvothermal dengan *template* CTAB-gelatin. Parameter yang diteliti dalam proses adsorpsi adalah temperatur adsorpsi. Selain itu, juga dapat mengetahui parameter termodinamika adsorpsi dan perbedaannya antara mengadsorpsi zat warna kationik (*methylene blue*) dan zat warna anionik (*congo red*) oleh adsorben silika-alumina mesopori.

I.2 Tujuan Penelitian

1. Menentukan karakter silika-alumina mesopori berbahan dasar lumpur lapindo sebagai adsorben dalam adsorpsi *methylene blue* dan *congo red*.
2. Menentukan nilai ΔG° , ΔH° , dan ΔS° pada variasi temperatur adsorpsi *methylene blue* dan *congo red* menggunakan silika-alumina mesopori untuk mengetahui proses adsorpsi.